

## ⑫ 公開特許公報 (A) 平3-268216

⑬ Int. Cl. 5

G 11 B 5/39

識別記号

府内整理番号

7326-5D

⑭ 公開 平成3年(1991)11月28日

審査請求 未請求 請求項の数 27 (全6頁)

⑮ 発明の名称 複合バイアス磁気抵抗効果ヘッド及びその製造方法

⑯ 特願 平2-64191

⑰ 出願 平2(1990)3月16日

⑱ 発明者 北田 正弘 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

⑲ 発明者 清水 昇 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

⑳ 発明者 田辺 英男 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

㉑ 発明者 茂俣 和弘 神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会社日立製作所小田原工場内

㉒ 出願人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉓ 代理人 弁理士 小川 勝男 外1名

最終頁に統く

## 明細書

## 1. 発明の名称

複合バイアス磁気抵抗効果ヘッド及び  
その製造方法

## 2. 特許請求の範囲

1. 基板上に磁気抵抗効果膜であるパーマロイ薄膜、シャントバイアス用Nb薄膜、軟磁性体バイアス膜からなる3層膜を有する複合バイアス型磁気抵抗効果ヘッド。
2. 前記パーマロイ薄膜の磁歪が $+2 \times 10^{-6}$ から $-2 \times 10^{-6}$ であることを特徴とする請求項1記載の複合バイアス型磁気抵抗効果ヘッド。
3. 前記軟磁性体バイアス膜がアモルファス合金でこの合金の磁歪が $+3 \times 10^{-6}$ から $-3 \times 10^{-6}$ であり、これに相当する合金組成を有するアモルファス膜を使用したことを特徴とする、請求項1又は2記載の複合バイアス型磁気抵抗効果ヘッド。
4. パーマロイ、Nb、軟磁性体合金の順に連続的に蒸着あるいはスパッタリングなどを用いて

製造した構造をもつことを特徴とする請求項1乃至3のうちいずれかに記載の複合バイアス型磁気抵抗効果ヘッド。

5. 軟磁性体合金、Nb、パーマロイの順に連続的に蒸着あるいはスパッタリングなどを用いて製造した構造をもつことを特徴とする請求項1乃至3のうちいずれかに記載の複合バイアス型磁気抵抗効果ヘッド。

6. 前記軟磁性体バイアス膜が結晶性合金で、その磁歪が $+3 \times 10^{-6}$ から $-3 \times 10^{-6}$ の範囲内にあることを特徴とする請求項1記載の複合バイアス型磁気抵抗効果ヘッド。

7. 請求項1、3、又は6に記載の複合バイアス型磁気抵抗効果ヘッドの製造方法において、パーマロイとNb膜を連続的に形成して両者の電気的導通性を与えた後、Nbの表面を酸化せしめて電気的絶縁層を形成し、かかる後に軟磁性体膜を形成したことを特徴とする複合バイアス型磁気抵抗効果ヘッドの製造方法。

8. 請求項1、3又は6に記載の複合バイアス型

"磁気抵抗効果ヘッドの製造方法において、基板上に軟磁性体膜を形成し、しかるのちその表面を酸化せしめて電気的絶縁層を形成し、この上にNb。次にパーマロイ膜を形成し、Nbとパーマロイ膜は電気的に導通を保っていることを特徴とする複合バイアス型磁気抵抗効果ヘッドの製造方法。

9. 前記パーマロイ、Nb、軟磁性体膜の平面形状が、磁気抵抗センサ部、センサ電極部、リード線部、外部配線用電極部を含めて、全て同一の形状で、かつ基板上に重疊していることを特徴とする請求項1、4、5又は6に記載の複合バイアス型磁気抵抗効果ヘッド。

10. 前記パーマロイとNbとは磁気抵抗センサ部、電極・リード部も含めて同一平面形状を有し、軟磁性体膜の形状がパーマロイ/Nb 2層膜の形状と異なることを特徴とする請求項1、4、5又は6記載の複合バイアス型磁気抵抗効果ヘッド。

11. 前記パーマロイ、Nb、軟磁性体膜の磁気抵

抗センサ部の平面形状において短軸寸法が同一であり、他の部分における形状・寸法が異なることを特徴とした請求項1、4、5又は6に記載の複合バイアス型磁気抵抗効果ヘッド。

12. 請求項1、3、4、5、6、9、10又は11記載の複合バイアス型磁気抵抗効果ヘッドにおいて、磁気抵抗センサの実効的感磁部の寸法が記録媒体の記録トラック幅寸法と同一であることを特徴とする複合バイアス型磁気抵抗効果ヘッド。

13. 請求項1、3、4、5、6、9、10又は11記載の複合バイアス型磁気抵抗効果ヘッドにおいて、磁気抵抗センサの実効的感磁部の寸法が記録媒体の記録トラック幅寸法より短かいことを特徴とする複合バイアス型磁気抵抗効果ヘッド。

14. 請求項12又は13記載の複合バイアス型磁気抵抗効果ヘッドにおいて、磁気抵抗センサの実効的感磁部の寸法が、電極・リード線部によって決められていることを特徴とする複合バイ

-3-

-4-

#### アス型磁気抵抗効果ヘッド。

15. 請求項14記載の複合バイアス型磁気抵抗効果ヘッドにおいて、磁気抵抗センサの実効的感磁部を決めるために、感磁部の両端における電子の電気伝導度が急激に高くなっていることを特徴とする複合バイアス型磁気抵抗効果ヘッド。

16. 請求項15記載の複合バイアス型磁気抵抗効果ヘッドにおいて、感磁部の両端における電子の電気伝導度を急激に高くするために、電極・リード部の膜厚を増大させたことを特徴とする複合バイアス型磁気抵抗効果ヘッド。

17. 請求項15又は16記載の複合バイアス型磁気抵抗効果ヘッドにおいて、感磁部の両端における電子の電気伝導度を急激に高めるために、電極部にパーマロイ、Nb、軟磁性膜より高電気伝導度の金属薄膜が設置されていることを特徴とする複合バイアス型磁気抵抗効果ヘッド。

18. 前記電極・リード部がAu、Ag、Cu、Alよりなることを特徴とする請求項17記載の複合バイアス型磁気抵抗効果ヘッド。

19. 請求項1、13又は14記載の複合バイアス型磁気抵抗効果ヘッドにおいて、パーマロイ薄膜の長軸寸法が実効感磁部および電極部の和である寸法より大きいことを特徴とする複合バイアス型磁気抵抗効果ヘッド。

20. 前記パーマロイ膜の一部にパーマロイ膜の磁区制御用磁性体膜が設けられていることを特徴とする請求項1記載の複合バイアス型磁気抵抗効果ヘッド。

21. 前記パーマロイ膜と磁区制御用磁性薄膜が接触していることを特徴とする請求項20記載の複合バイアス型磁気抵抗効果ヘッド。

22. 請求項20又は21記載の複合バイアス型磁気抵抗効果ヘッドにおいて、磁区制御用磁性膜が反強磁性体であることを特徴とする複合バイアス型磁気抵抗効果ヘッド。

23. 前記パーマロイ膜と磁区制御用磁性膜とが絶縁膜を介して設置されていることを特徴とする請求項20記載の複合バイアス型磁気抵抗効果ヘッド。

24. 請求項 20 又は 23 記載の複合バイアス型磁気抵抗効果ヘッドにおいて、磁区制御用磁性膜が永久磁石膜であることを特徴とする複合バイアス型磁気抵抗効果ヘッド。

25. 請求項 1 記載の複合バイアス型磁気抵抗効果ヘッドにおける 3 種の障壁よりなる感磁部が、2 個の軟磁性体の中間に絶縁物を介して存在することを特徴とする複合バイアス型磁気抵抗効果ヘッド。

26. 前記磁気抵抗粒子の感磁部の長軸寸法より、2 個の軟磁性体の寸法のはうが長いことを特徴とする請求項 25 記載の複合バイアス型磁気抵抗効果ヘッド。

27. 請求項 1, 20, 21, 25 又は 26 記載の複合バイアス型磁気抵抗効果ヘッドに於て、バイアス印加用軟磁性膜の一部あるいは全部に反強磁性体が接合していることを特徴とする磁気抵抗効果ヘッド。

### 3. 発明の詳細な説明

#### 〔産業上の利用分野〕

本発明は磁気記録装置の磁気ヘッド及びその製造方法に関する。

#### 〔従来の技術〕

従来の磁気抵抗効果を示さない軟磁性膜を用いたバイアス効果とシャント電流によるバイアス効果を複合した磁気抵抗効果粒子については、例えば特開昭 62-40610 号公報、特開昭 63-117309 号公報等において論じられている。

#### 〔発明が解決しようとする課題〕

上記従来技術は、例えばアモルファス軟磁性膜 / Ti / パーマロイ膜のような構成の多層膜からなっている。上記構成の多層膜で複合バイアス効果は十分に発揮されるが、Ti とパーマロイおよび Ti とアモルファス磁性膜の反応開始温度は 175 ~ 230 °C と極めて低く、粒子形成に必要なプロセスも、この温度以下に保持しなければならない。また、10^6 A/cm^2 以上の高電流密度で使用するため、使用中の発熱やエレクトロマイグレーションによる粒子の劣化等についても問題があった。

- 7 -

本発明の目的は、従来の複合粒子において問題のあった耐熱性の向上した複合粒子を提供することにある。

#### 〔課題を解決するための手段〕

上記目的を達成するために、本発明においてはバイアス用軟磁性膜とパーマロイ膜の間に設置して使用するシャントバイアス膜にパーマロイおよび軟磁性膜との反応性が低い Nb を使用し、耐熱性を高めたものである。

#### 〔作用〕

軟磁性膜とシャント膜を用いた複合磁気抵抗効果粒子の粒子部における断面構造を第 1 図に示す。1 は基板上あるいは磁気シールドの作用をする適当な軟磁性体上の絶縁膜であり、2 は磁気抵抗効果を有する合金膜で典型的にはパーマロイ膜、3 は Nb、4 はバイアス用軟磁性である。パーマロイ膜 2 とバイアス用軟磁性膜 4 との間にある Nb 膜は、シャントバイアス用電流線となる他、パーマロイとバイアス用軟磁性膜間のスペーサとなり、かつパーマロイ、Nb、バイアス用軟磁性膜間の

• 8 •

反応開始温度を約 400 °C にまで高める役割を果している。5 は引き出し電極線で、これは軟磁性膜と反応し難い Nb よりなる。構造および粒子性能的には、3, 4, 5 を一体にすることもできる。

#### 〔実施例〕

以下、本発明を実施例によって説明する。

#### 実施例 1

第 1 図で示したように、絶縁体基板 1 上に、先ず磁気抵抗効果型材料であるパーマロイ（組成 Ni-19 wt % Fe）2 を約 40 nm 蒸着法で形成し、引き続き蒸着法で Nb 3 を 20 nm 形成した。次にこの上にスパッタ法で軟磁性体である Fe-Si 合金膜 4 を 30 nm 形成し、Nb によるシャントバイアスと Fe-Si 合金膜による軟磁性体バイアスの印加される複合バイアス型磁気抵抗効果型粒子を作製した。また、遮蔽 5 として Au あるいは Al を蒸着した。これを 10^6 Pa の真空中で 100 ~ 500 °C まで加熱し、パーマロイ、Nb、Fe-Si 合金膜間の反応を当該多層膜の電気抵抗およびパーマロイと Fe-Si 合

- 9 -

-121-

- 10 -

金属の磁気特性測定により評価した。第2図6にその結果を示す。当該多層膜の電気抵抗は300℃以上でやや低下するが、これはパーマロイ膜の新晶粒成長などに起因するものであり、450℃までは当該多層膜の構成膜間の反応による電気抵抗の増大ではなく、450℃を超えると膜間の反応に基づく電気抵抗の増大がみられる。カーフェルトを用いたパーマロイ膜およびFe-Si合金膜の磁気特性（保磁力）測定したところ、両者とも450℃以上になると保磁力の著しい増大が認められ、また、オージェ分析による深さ方向組成分析では当該多層膜の構成膜間に元素の混合状態が確認された。したがって、電気抵抗、保磁力の増大は膜間の反応によるものであることは明らかである。従来はNbの部分にTiを用いていたが、Tiを用いた場合には第2図で示すように膜間の反応により230℃以上で電気抵抗変化が生じ、磁性膜の反応劣化が生じる。以上の実施例から明らかのように、本発明の材料と構造をもつ複合バイアス型磁気抵抗素子は従来に比較して200℃以上の

高温まで熱的に安定であり、磁気ヘッドを作製する際の磁気シールド膜、コイル、磁気コア、絶縁膜、電極・リード線等々の形成プロセス温度を十分高くできる利点があり、プロセス選択性の幅が拡大されるとともに、磁気抵抗効果型素子には $1.0^{\circ}\sim 1.0^{\circ} A/cm^2$ の通電による低温熱劣化に対しても寿命および信頼性が向上する。

## 実施例2

実施例1と同様に絶縁基板上にパーマロイ膜とNb膜を形成し、引き続いてCo-Ta-Zr系アモルファス磁性膜を50nm形成した多層膜の熱劣化特性について、実施例1と同様に電気特性および磁気特性から評価した。その結果、当該3層膜の電気抵抗、磁気特性などは425℃まで殆んど変化せず、これ以上の温度になると膜間の反応による特性劣化の生ずることが明らかになった。実施例2の場合には実施例1より熱劣化開始温度が若干低いが、従来のTiを用いたものに比較して十分に高い。

## 実施例3

- 12 -

実施例1、2と同様にパーマロイ膜とNb膜を形成し、引き続いてFe-Co系軟磁性膜を50nm形成した多層膜の熱劣化特性について調べた結果、3層膜の電気特性および磁気特性は実施例1と同様に450℃まで熱劣化はなかった。

## 実施例4

絶縁基板上に磁気抵抗効果膜としてパーマロイの代りにCo-Ni-Fe系薄膜を形成した後に引き続いNbとCo-Ta-Nb系アモルファス膜を蒸着した3層膜の反応による熱劣化を調べたところ、この実施例の場合も450℃まで熱劣化を示さなかった。

以上の実施例から明らかのように、パーマロイ等の磁気抵抗効果膜にバイアスを印加するためのNbシャント膜およびバイアスを強化するための軟磁性膜の3層膜における耐熱特性は、従来のTiシャント膜構造の多層膜に比較して、著しく優れている。

## 実施例5

実施例1において、磁気抵抗膜2およびNb膜

加用軟磁性膜に $+5 \times 10^{-6}$ から $+5 \times 10^{-8}$ の磁歪定数を有するCo-Ta-Zrアモルファス合金を使用した場合、 $+3 \times 10^{-6} \sim -3 \times 10^{-8}$ の範囲では再生出力のノイズは非常に低かったが、この範囲以外ではノイズが高く、当該軟磁性膜としては $+3 \times 10^{-6} \sim -3 \times 10^{-8}$ の範囲が良い。

## 実施例6

実施例1と同様に磁気抵抗効果およびNbを形成した後、第3図5で示すように電極を形成し、次にNbおよび電極の表面を熱酸化あるいはスパッタによるSiO<sub>2</sub>等の蒸着で絶縁膜7を形成したのちバイアス用軟磁性膜であるFe-Si合金膜を形成した素子に施ても、同様の特性が得られた。但し、軟磁性膜4とNb膜3は電気的に絶縁されているので、膜厚の較差による素子の電気抵抗変化量が小さくなる利点を示した。

## 実施例7

実施例1において、磁気抵抗膜2およびNb膜3の長軸寸法を第4図で示すように電極間寸法お

よりバイアス用軟磁性体膜の長軸寸法より長くすることによって、電極部段差が少なくなり、また磁気抵抗膜の形状異方性による効果で磁気抵抗膜の磁化状態が安定し、ノイズの低減ができた。

## 実施例6

実施例1では磁気抵抗効果膜およびバイアス用軟磁性膜の磁区制御に関しては何らの方法もとっていないので媒体からの交番磁界等で磁化状態が変化するが、磁気抵抗効果膜の一部に第5図7で示すように反強磁性体あるいは永久磁石膜を形成して磁気抵抗効果膜の一部に接触させて磁気抵抗効果膜の誘導磁気異方性および形状異方性の方向に磁気的カプリングをさせ、磁区制御をするとノイズの低減に顕著な効果があった。本実施例では、反強磁性体としてFe-Mn合金膜、Fe-Nd膜、永久磁石膜としてはCo-Pt合金膜を用いた。

## 〔発明の効果〕

本発明は、以上の実施例で説明したように、従来のシャント膜およびバイアス強化用軟磁性膜からなる磁気抵抗素子に比較して、熱劣化温度が

100～150°C高く、磁気ヘッド製造のための高温プロセスの採用幅が拡大でき、ヘッドとして高電流密度で稼働したときの寿命、信頼性が飛躍的に向上する。

## 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例である磁気抵抗効果膜、シャント膜、バイアス用軟磁性膜からなる磁気抵抗素子の断面を示す図である。第2図は本発明の一実施例における磁気抵抗素子の熱劣化特性と従来の素子の熱劣化特性を示すグラフ図である。第3図<sup>1</sup>～第5図<sup>5</sup>は本発明の実施例である磁気抵抗効果素子の断面図である。

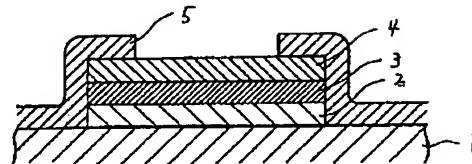
1…基板、2…磁気抵抗効果膜、3…シャント膜、4…軟磁性膜、5…電極

代理人弁理士 小川勝男

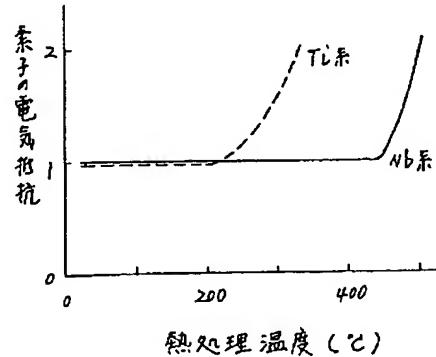
- 15 -

- 16 -

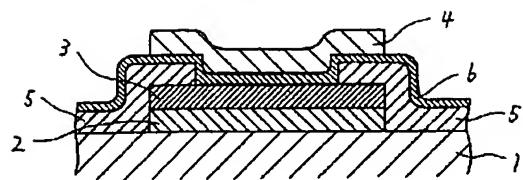
第1図



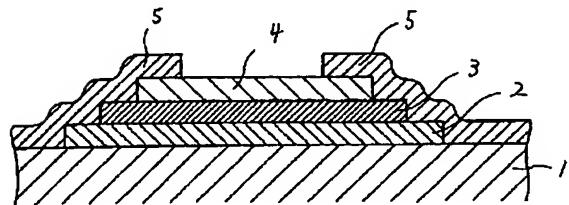
第2図



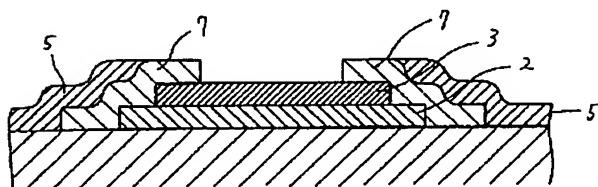
第3図



第4図



第5図



## 第1頁の続き

②発明者 由比藤 勇 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

②発明者 大友 茂一 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

②発明者 小山 直樹 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内